### МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

### ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД

### «ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ

### БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

### КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ, ВИРОБІВ

### ТА КОНСТРУКЦІЙ

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання навчально-дослідної лабораторної роботи

«Крупний заповнювач для бетону» з дисципліни «Будівельне матеріалознавство» для студентів напрямів підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія» і «Архітектура» денної та заочної форми навчання

Дніпро ДВНЗ «ПДАБА»

2019р.

Методичні вказівки до виконання навчально-дослідної лабораторної роботи «Крупний заповнювач для бетону» з дисципліни «Будівельне матеріалознавство» для студентів напрямів підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія Будівництво» і «Архітектура» денної та заочної форми навчання./ Укладачі: Шпирько М.В., Бондаренко С.В., Василенко С.В. – Дніпро, ПДАБА, 2019. – 12с.

Методичні вказівки до виконання навчально-дослідної лабораторної роботи «Крупний заповнювач для бетону» містять загальні положення визначення основних фізико механічних властивостей щебеню та гравію, а також запропонований авторами підхід.

### Укладачі: Шпирько М. В., д. т. н., проф., зав. каф. технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій ДВНЗ ПДАБА

### Бондаренко С. В., к. т. н., доцент кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій ДВНЗ ПДАБА

### Василенко С. В., асистент кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій ДВНЗ ПДАБА

### Відповідальний за випуск: С.А. Щербак, проф., кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій ДВНЗ ПДАБА

### Рецензент: Колохов В.В., к. т. н., доцент кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій ДВНЗ ПДАБА

### Затверджено на засіданні кафедри

### технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій ДВНЗ ПДАБА

### Протокол № 11 від «20» березня 2019 р.

### Зав. кафедри Шпирько М. В.

### Затверджено на засіданні

### Президії методичної ради ДВНЗ ПДАБА

Протокол № ( ) від « » березня 2019 р.

**ЗМІСТ**

Вступ 4

1. Визначення зернового складу не фракціонованого щебеню (гравію) 5

2. Визначення середньої густини зерен крупного заповнювача 7

3. Визначення насипної густини крупного заповнювача 8

4. Визначення порожнистості щебеню (гравію) 11

5. Визначення дробильності щебеню (гравію) при стиснені (роздавлюванні) в циліндрі 13

6. Визначення вмісту в щебені (гравію) пластинчастих (лещадних) та голчастих зерен 14

**ВСТУП**

До крупного заповнювача (КРЗ) відносяться неорганічні сипкі матеріали, які складаються із різного ступеня обкатаних зерен розміром більше 5мм до80 мм включно.

В якості крупного заповнювача для важких бетонів випробовують щебінь та гравій природні, із відходів промисловості і штучні, які використовуються для виробництва будівельних матеріалів, виробів конструкцій та робіт, і визначає їх класифікацію за основними ознаками.

Крупними заповнювачами в бетонах є щебінь з гірських кам’яних порід, гравій, щебінь з відвальних шлаків, інколи цегляний і керамічний щебінь та ін.

Щебінь – КРЗ що одержується дробленням гірських порід, гравію і валунів, розкривних і вміщуючи порід, що попутно видобуваються, або відходів підприємств з переробки руд (чорних, кольорових і рідкісних металів металургії) і неметалевих копалин інших галузей промисловості з подальшим розсівом продуктів дроблення.

Гравій - КРЗ, що одержується розсівом природних гравійно-піщаних сумішей. Зовні гравій являє собою зерна обкатаної форми розміром від 5 до 80 мм з домішкою піску, глини та органічних решток. Іноді розміри окремих зерен досягають 150 мм. За походженням і умовами утворення покладів гравій, як і піски, поділяється на річковий, морський, озерний та яровий. Залежно від походження зустрічається гравій в зернах округлої, яйцевидної, пластинчастої (лещадної) та голчастої форми. Гравій штучно збагачують промиванням і просіюванням, видаляючи водночас частково й шкідливі домішки: глину та органічні речовини.

Вимоги для крупних заповнювачів для бетонів регламентуються:

ДСТУ Б-В.2.7-71-98 (ГОСТ 8269.0-97) «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт». Методи фізико-механічних випробувань: ДСТУ Б-В.2.7-71-98 (ГОСТ 82690.1-97) «Щебінь і гравій із щільних порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт». Методи хімічного аналізу; ДСТУ Б-В.2.7-75-98 «Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови»; ДСТУ Б-В.2.7-34-95 «Щебінь із вміщуючи гірських порід та відходів сухого магнітного збагачення залізних кварцитів гірничо-збагачувальних комбінатів і рудників України».

Нижче наведені характеристики щебеню (гравію) які будуть визначатись в методичних вказівках:

- зернового складу крупного заповнювача;

- густини зерен крупного заповнювача (щебінь, гравій);

- насипної густини крупного заповнювача;

- пустотності крупного заповнювача;

- дробильності щебеню (гравію) при стисненні у циліндрі;

- вміст у щебені пластинчастих та голчастих зерен;

- вміст у щебені пиловидних, глиняних та голчастих часток.

У разі необхідності визначають дійсну густину зерен крупного заповнювача та їх пористість, водопоглинання вихідної гірської породи та зерен щебеню (гравію), границю густини вихідної гірської породи та коефіцієнт розм’якшення, стиранність щебеню (гравію) опір удару, морозостійкість, вміст у щебеню (гравію) слабких та вивітрюваних порід, петрографічний склад.

Матеріали:

* щебінь рядовий не фракціонований (висушений до постійної маси) крупністю 5…20 мм, чи 5…40 мм, масою 60 кг, чи 100 кг при крупності зерен щебеню до 40 мм;
* щебінь (висушений до постійної маси) фракціонований, крупністю 10…20 мм, чи 20…40 мм, якщо перша партія має найбільшу крупність до 40 мм, масою 18…20 кг, чи 35…38 кг для щебеню крупністю до 40 мм.

Обладнання, прилади, апаратура:

* прес гідравлічний з підсиленням до 100 або 500 кН 10 чи 50 тс;
* шафа сушильна;
* ваги настільні чашкові чи циферблатні та платформ енні;
* ваги технічні з пристроєм для гідростатичного зважування;
* стандартний набір сит для щебеню (з отворами діаметром 2,5; 3; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70 мм, сито з сіткою № 1,25; 1,0; 0,5; 0,16;
* калібри дротяні круглі діаметром 90; 100; 110; 120 мм;
* ємкості для розміщення різних фракцій щебеню в процесі розсіювання;
* циліндри сталеві із знімним днищем і плунжером, з внутрішнім діаметром 75 і 150 мм;
* циліндри вимірювальні об’ємом 5; 10; 20; 50 л;
* штангенциркуль;

Допоміжний матеріал: м’яка, добре вбираюча вологу тканина 0,25 м2.

1. **Визначення зернового складу не фракціонованого щебеню (гравію)**

Величину проби щебеню (гравію), призначеного для визначення зернового складу беремо згідно з таблиця 1.

Таблиця 1.

|  |  |
| --- | --- |
| Найбільша крупність зерен щебеню, мм | Маса проби, кг., не менше |
| До 10  До 20  До 40  Більш за 40 | 5  10  20  40 |

Якщо щебінь не має домішок глини, його зерновий склад визначають сухим розсіюванням.

Пробу висушеного до постійної маси щебеню просіюємо (частинами, щоб матеріал на ситі розташовувався шаром в одне зерно) через стандартний набір сит та визначаємо частинні залишки у грамах і процентах, а також повні залишки на кожному ситі. Частинки, які пройшли через нижнє сито з отворами розміром 0,16 мм у розрахунках не обчисляємо. Залишки щебеню на кожному із сит зважуємо m1 і записуємо в таблиці 2 у грамах і процентах.

При наявності залишку на ситі з отворами 70 мм визначаємо також потрібний для побудови кривої просіювання в граничному розмірі зерен щебеню, що відповідає найменшому діаметру калібру через який проходять усі зерна цього залишку.

Часткові залишки на кожному ситі визначають за формулою:

,

де m – маса проби; mi – маса залишку на даному ситі, г.

Часткові залишки на кожному ситі, у розрахунку на чистий щебінь (з крупністю зерен більшою за 5 мм), обчислюємо так:

,

Повний залишок на кожному ситі дорівнює сумі часткових залишків на даному ситі всіх розташованих вище ситах з отворами більшого діаметру:

,

Результати ситового аналізу заносимо в таблицю 2.

Таблиця 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | Умовне позначення | Розміри отворів сит, мм | | | | | | | | Вміст часток менший за 0,16 мм | Сума |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Часткові залишки, г | m1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Повні  залишки, г | Ai |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Часткові залишки, % |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Часткові залишки у розрахунку на чистий щебінь, % |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Класифікація КРЗ за крупністю у залежності від зернового складу згідно з вимогами ДСТУ Б-В. 2.7-74-98 наведеними в таблиці 3.

Таблиця 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Група КРЗ за зерновим складом | Розмір фракції, мм | Повний залишок на ситах, у % за масою | | | | | |
| для щільних | | | для пористих КРЗ | | |
| d | D | 1,25D | d | D | 1,25D |
| Дрібний | Більше 5 до 10 вкл. | Від 90 до 100 вкл. | До 10 вкл. | До 0,5 вкл. | Від 85 до 100 вкл. | До 10 вкл. | 0 |
| Середній | Більше 10 до 20 вкл. |  |  |  |  |  |  |
| Крупний | Більше 20 до 40 вкл. |  |  |  |  |  |  |
| Дуже крупний | Більше 40 до 80 вкл. |  |  |  | Не випускаються | | |

1. **Визначення середньої густини зерен крупного заповнювача**

Щоб визначити середню густину зерен щебеню (гравію) крупністю до 40 мм, від середньої проби відбираємо наважку близько 2,5 кг, висушуємо до постійної маси, просіюємо крізь сить з розміром отворів, що відповідають найменшому розміру зерен даної фракції щебеню (гравію) та із залишку зважуємо дві наважки до 1000 г кожна.

При визначенні густини зерен щебеню (гравію) із щільних гірських порід наважку (1000 г) насичуємо зануренням у воду на дві години, потім з поверхні зерен з допомогою м’якої вологої тканини швидко видаляємо вологу, зважуємо спочатку на технічних (m1), а потім на гідростатичних вагах (m), вміщуємо наважку в перфоровану склянку, занурену у воду (дивіться малюнок).

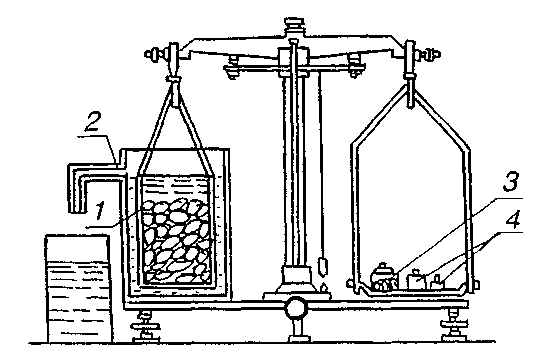


Рисунок 2.1 Ваги для гідростатичного зважування

1-сітчаста склянка; 2-посудина зі зливом для води; 3-склянка з дробом для врівноваження маси сітчастої склянки у воді; 4-важки

Середню щільність зразків гірської породи вільної форми або щебеню (гравію), ρк г/см3, визначають за формулою

,

де m – маса проби щебеню (гравію) у висушеному стані (1000 г);

m1- маса проби щебеню (гравію) у насиченому водою стані, г;

m2 – результат зваження тієї самої проби на гідростатичних вагах, г.

Середню густину зерен щебеню обчислюємо як середнє арифметичне – результатів двох визначень.

Розходження між результатами двох визначень густини зерен не повинно перевищувати 0,02 г/см3, у протилежному разі робимо третє визначення та обчислюємо середнє арифметичне двох найближчих значень.

1. **Визначення насипної густини крупного заповнювача**

Висушений щебінь (гравій) насипаємо з висоти 10 см у попередньо зважений вимірювальний циліндр. Надлишок щебеню зрізаємо в рівень з краями (без ущільнення), після чого знов зважуємо.

Об’єм вимірювального циліндра беремо з таблиці 4 залежно від найбільшої крупності заповнювача.

Таблиця 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Найбільша крупність щебеню (гравію), мм | Об’єм вимірювального циліндра, л | Розміри циліндра, мм | |
| діаметр | висота |
| До 10  До 20  До 40  Понад 40 | 5  10  20  50 | 185  234  294  400 | 185  234  294  400 |

Насипна густина, кг/м3, з точністю до 10 кг/м3

,

де m1- маса порожнього вимірювального циліндра, кг; m2 – маса циліндра з щебенем (гравієм), кг; V – об’єм циліндра, л.

Насипну густину щебеню (гравію) обчислюємо як середнє арифметичне результатів двох визначень.

1. **Визначення порожнистості щебеню (гравію)**

Порожнистість щебеню (гравію) у процентах визначаємо на основі знайдених раніше середньої густини зерен та насипної густини за формулою:



де насипна густина щебеню (гравію), кг/м3; середня густина зерен щебеню (гравію), г/м3.

1. **Визначення дробильності щебеню (гравію) при стиснені (роздавлюванні) в циліндрі**

Дробильність щебеню (гравію) визначають за ступенем руйнування зерен при стисканні (роздавлюванні) у циліндрі.

Перед випробуванням щебінь (гравій) висушуємо та розсіюємо на стандартні фракції (5…10; 10…20; 20…40 мм) і кожну фракцію випробуємо окремо.

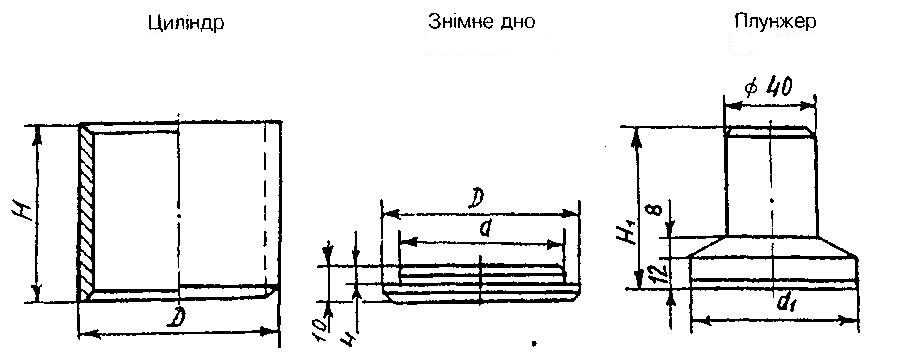


Рисунок 5.1 Циліндри сталеві

Наважку щебеню 4 кг, насипаємо з висоти 5 см у стальний циліндр діаметром 1500 мм так, щоб після розрівнювання верхній рівень матеріалу не доходив до верхнього краю циліндра приблизно на 15…20 мм. Потім в циліндр вставляємо пуансон та поміщаємо на нижню плиту преса.

Підвищуючи тиск на 1…2 кН (0,1….0,2 тс) за секунду, доводимо його до 200 кН. (20 тс). Далі зважуємо та просіюємо пробу через сито 1,25; 2,5 чи 5,0 мм при фракціях випробуваного щебеню (гравію) 5…10; 10…20 чи 20….40 мм.

Показник дробильності Др, визначаємо з точністю до 1% за формулою

,

де m1- загальна наважка, яка вміщується в циліндр, г

m2- залишок на контрольному ситі випробуваної наважки, г.

За показники дробильності кожної фракції беремо середнє арифметичне двох паралельних випробувань.

Показник дробильності рядового щебеню обчислюють як середнє зважування результатів випробувань окремих складових фракцій. При використанні щебеню з осадових і метаморфічних порід за дробильністю визначаємо марку ДСТУ Б В. 2.7-34-95 таблиця 5, вивержених порід ДСТУ Б В. 2.7-75-98 таблиця 6.

Таблиця 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка щебеню за міцністю | Втрата, % за масою, при випробуванні щебеню | |
| у сухому стані | у насиченому водою стані |
| 1200  1000  800  600 | До 11 включ.  Більше 11 до 13  Більше 13 до 15  Більше 15 до 19 | До 11 включ.  Більше 11 до 13  Більше 13 до 15  Більше 15 до 20 |

Таблиця 6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка КРЗ за дробильністю | Втрата маси при випробуванні, % за масою щебінь із вивержених порід | |
| інтрузивних | афузивних |
| 1400  1200  1000  800  600 | До 12 вкл.  Понад 12 до 16 вкл.  Понад 16 до 20 вкл.  Понад 20 до 25 вкл.  Понад 25 до 34 вкл. | До 9 вкл.  Понад 9 до 11 вкл.  Понад 11 до 13 вкл.  Понад 13 до 15 вкл.  Понад 15 до 20 вкл. |

1. **Визначення вмісту зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми**

До зерен пластинчастої (лещадної) форми належать такі, товщина яких менша за довжину або ширину у три і більше разів. Голчастими називаються зерна, товщина й ширина яких менша від довжини в три і більше разів.

Пластинчасті та голчасті зерна визначаємо для кожної фракції окремо виражаємо у процентах. Проба при цьому повинна мати масу не меншу за 0,25; 1,0; 5,0 та 20 кг для фракцій 5…10, 10…20, 20…40 і більшу від 40 мм.

Визначаємо за формулою:

,

де m1 – маса зерна пластинчастої і голчастої форми, г

m2 – маса аналітичної проби, г.

Вміст пластинчастої та голчастої форми у рядовому щебені обчислюємо як середне значення результатів випробувань кожної фракції.

Масовий вміст зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форм припускається в щебені та гравії не більше 35 %.

Використані джерела

1. ДСТУ Б-В.2.7-71-98 (ГОСТ 8269.0-97) «Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт».
2. ДСТУ Б-В.2.7-75-98 «Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови».
3. ДСТУ Б-В.2.7-34-95 «Щебінь із вміщуючи гірських порід та відходів сухого магнітного збагачення залізних кварцитів гірничо-збагачувальних комбінатів і рудників України».